

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-028836

(43)Date of publication of application : 31.01.1992

(51)Int.Cl.

C22C 9/00
// B22F 1/00
C22C 1/04

(21)Application number : 02-134183

(71)Applicant : TAIHO KOGYO CO LTD

(22)Date of filing : 25.05.1990

(72)Inventor : OHASHI TERUO
TANAKA YASUHIISA

(54) SLIDING MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the wear amt. in a sliding material into a low one and to provide it with high loading capacity, by constituting a sliding material of a Cu base sintered alloy contg. Pb, In, Bi and Ti and letting the above Pb, etc., form a film as quasi-flakey fine grains.

CONSTITUTION: This sliding material is constituted of a sintered alloy contg. 5 to 60% soft metals of elements such as Pb, In, Bi and Ti having low solid soln. degree to Cu. The metals such as Pb are distributed into a Cu matrix as substantially quasi-flakey fine grains having $\leq 10\mu\text{m}$ average grain size and show conformability, lubricity or the like. If required, the above compsn. is incorporated with $\leq 15\%$ Sn. The soft metals such as Pb form a film on the approximately whole face of the sliding face with the mating member under a boundary lubricating condition in the use. This sliding material is suitable for a bearing material for a high load-high output internal combustion engine and a bearing material used in a boundary lubricating area.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑪ 公開特許公報(A) 平4-28836

⑫ Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 平成4年(1992)1月31日
C 22 C 9/00		8015-4K	
// B 22 F 1/00	E	8015-4K	
C 22 C 1/04	B	7619-4K	

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全7頁)

⑭ 発明の名称 摺動材料

⑮ 特 願 平2-134183

⑯ 出 願 平2(1990)5月25日

⑰ 発 明 者 大 橋 照 男 愛知県小牧市大字二重堀675番地37
 ⑱ 発 明 者 田 中 靖 久 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地 大豊工業株式会社内
 ⑲ 出 願 人 大豊工業株式会社 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目65番地
 ⑳ 代 理 人 弁理士 村井 卓雄

明 細 書

1. 発明の名称

摺動材料

2. 特許請求の範囲

1. Pb, In, Bi, Tl から選択された一種以上の成分を5〜60%含有し、残部がCuおよび不可避の不純物からなる焼結合金から構成され、前記Pb, In, Bi, Tl などが平均粒径10μm以下の実質的に板片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする摺動材料。

2. Pb, In, Bi, Tl から選択された一種以上の成分を5〜60%、およびSnを15%以下含有し、残部がCuおよび不可避の不純物からなる焼結合金から構成され、前記Pb, In, Bi, Tl などが平均粒径10μm以下の実質的に板片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする摺動材料。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、内燃機関のメインジャーナル軸受、コンロッド軸受などの滑り軸受、一般機械要素としてのプッシュなどに使用される摺動材料に関するものである。さらに詳しく述べるならば本発明は銅を主成分として、鉛、インジウムなどの軟質金属を添加元素とした銅系焼結摺動材料に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、上記用途に使用される摺動材料は銅・鉛系ケルメット合金が一般的であるので、以下この銅・鉛合金の例を主として説明する。

従来、銅・鉛合金のバimetall材は水またはガスアライズ法で作った粉末を鉄板上に散布し還元雰囲気中で焼結して製造されていた。すべり軸受材料として使用される銅・鉛合金は銅に固溶しない鉛との合金であるために、鉛は一種の介在物として働くため、その分布状態は微細であるほど負荷能力を向上させることは容易に推定される。

しかし従来法ではPb相の大きさには粉末の凝固速度により定められる微細化の限界があり、焼結温度や時間の条件の工夫をしても十分な微細化焼結組織は得られない。

近年自動車用エンジンを始めとして内燃機関の性能は著しく向上し、その分、軸受への負荷も非常に厳しくなっている状況ではより高負荷に耐える軸受として銅鉛合金では鉛の分布をより微細なものにすることが求められるようになった。

銅・鉛合金軸受材料において銅マトリックス内に分散した鉛相が潤滑金属として作用することは良く知られているが、鉛の分布が微細な方がよいのか、粗い方がよいのかについて賛否両論あり、明解な答えはまだ得られていない。

銅・鉛焼結合金の鉛相を微細化することを開示する特許として米国特許第4,818,628号がある。この特許では、焼結を、誘導加熱により650℃以上で行う第1段加熱と、850℃程度で炉内で行う第2段加熱とにより行い、鉛粒径が平均で8μm以下、最大鉛粒径が44μm以下の

微細組織を得ることが提案されている。この米国特許では原料粉末は、147μm以下のものが好ましいとされており、粉末の製法は言及されていないが、この粉末のサイズを考慮すると一般的なガスもしくは水アトマイズ法であると考えられる。また、上記米国特許第4,818,628号は、腐食の発生、進展がオーバレイのクラックから始まってケルメット中の鉛相に達する時、鉛相が粗いと鉛相での腐食の進展が起りやすいことからケルメット地の鉛相を微細にすることを提案している。

(発明が解決しようとする課題)

本発明者はアトマイズ合金粉をできるだけ微細化し、また焼結条件を工夫して結晶粒成長の抑制しつつ焼結を行って銅・鉛焼結体を作成し、その組織を観察し、以下の知見を得た。すなわち、焼結体中の鉛相は銅マトリックスの境界に沿って凝固した網状形状が残っている。このような組織を有する焼結体の性能は微細化により多少の向上が見られるが、従来の性能を大幅に凌駕する性能の

達成は出来ない。

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記したような従来の焼結摺動材料の性能を大幅に改良するものであり、Pb, In, Bi, Tlから選択された一種以上の成分を5~60%含有し、残部がCuおよび不可避の不純物からなる焼結合金から構成され、前記Pb, In, Bi, Tlなどが平均粒径10μm以下の実質的に錠片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする。

さらに本発明はPb, In, Bi, Tlから選択された一種以上の成分を5~60%、およびSnを15%以下含有し、残部がCuおよび不可避の不純物からなる焼結合金から構成され、前記Pb, In, Bi, Tlなどが平均粒径10μm以下の実質的に錠片状の微細粒子として分散しており、境界潤滑条件下で相手軸との摺動面略全面で皮膜を形成することを特徴とする。

以下、本発明の構成を説明する。

まず本発明の摺動材料の組成を説明する。本発明に係る摺動材料はPb, In, Bi, TlなどのCuに対する固溶度が少ない元素を軟質金属として含有する。これらの金属はCuマトリックス中に分布してなじみ性、潤滑性などを発揮する。軟質金属の含有量が5%（百分率は特に断らない限り重量%である）未満であると上記の性能が不十分となり、一方含有量が60%を超えると銅・鉛合金の強度が不十分になり負荷能力が不十分となる。また、後述するように本発明においてはPb, Inなどの相は微細な形状で密集していることに関連してPb, In, Bi, Tlなどの含有量が5%未満であると軟質相が孤立し、散開して分散し、本発明による鉛等の連続層を摺動面に形成する効果を奏することができないので、上記した下限含有量5%以上の追加が必要である。軟質金属の含有量は特に耐疲労性・高負荷用の目的では好ましくは5~30%、より好ましくは8~25%とするとよく、また境界潤滑用の目的では、好ましくは20~60%、より好ましくは

30～50%とするといふ。

上記した軟質金属の残部はCuおよび不純物である。Cuはマトリックスとして上記した軟質金属を均一微細に分布させ、強固に支持するとともに摩擦により発生した熱を速くす熱の良導体の役割を担う。

ここで、従来のアトマイズ粉焼結ではPbの含有量を高くすると材料自体の強度が低くなり、耐疲労性に劣り、高負荷用としては十分な使用には耐えないが、本願の如く、メカニカルアロイング法による粉末の焼結体ではCu地自体が強化されるため高Pb含有量が採用できる。この高PbがCuに比べ廉価のため材料コストの点でも有利となる。

次に上記組成でさらにSnを15%以下添加することができる。SnはCu地を固溶強化する成分であり、15%を超えると固溶限を超えた過剰金属間化合物によりCu地を逆に脆くしてしまう。好ましくは0.5～12%のSn含有量がよい。

ない、長い形状であり、球状のように縦横比率が略同等でない)が、ぎざぎざした形状、小さい突起を有する形状、局部的に太くなっている形状、末端が枝別れた形状などの不規則形状があるのを「仮」片状と称する。

本発明の鉛相は寸法が平均寸法が10μm以下である。鉛相の平均寸法10μm以下は上述の仮片状組織とともに本発明による鉛皮膜形成作用を奏するために必要な条件である。これらの条件が満たされると、従来の網状鉛相はCu結晶粒界を取り巻いているので、通常20～40μmの焼造凝固したCu相の粒径とほぼ同じ間隔で鉛相が散開して分散している。本発明においては鉛相は焼造組織では得られない仮片状であるので、アトマイズ粉よりも鉛相は遥かに密集しており、鉛相の平均間隔が遙かに狭くなっている。

以上鉛相を例をとって本発明の組織を説明したがインジウム、ビスマス、タリウムなどが添加元素である場合にもメカニカルアロイング法により銅が硬質金属として、インジウムなどが脆性金属

上記した成分以外にSb, Fe, Ni, Mnなどを硬質成分として各5%以下の少量を添加することができる。これらの硬質成分は分散強化によって焼結体を強化し、負荷能力を高める。さらに、Cu系潤滑材の公知の副成分を適宜、例えばPを1%以下、好ましくは0.001～0.5%添加してもよい。

以下、本発明が最も特徴とする焼結組織を説明する。

従来の銅・鉛合金においては焼造状態の鉛相が残存するか、あるいは焼結中に鉛相が再溶融して銅の結晶粒界に沿って再分布しており、網状に分布していた。しかし本発明による鉛相はこのような焼造・再溶融組織の痕跡がなく、仮片状を呈している。このような組織は従来銅・鉛合金では類似した例がなく、鉄鋼においてMn添加した球状黒鉛と通常のわずめ鉄鉄の片状黒鉛の中間形状の黒鉛に見られる(日本金属学会編「改訂5版、金属便覧」第597頁参照)。この仮片状鉛相は一般的な形状としては片状である(網状形態を有し

として作用し、kneading効果によりインジウムなどが光学顕微鏡では検出できないほど微細に分散した組織を作ることができる。なお、本願で言うメカニカルアロイング法とは、狭義のメカニカルアロイングとメカニカルグラインディングの総称である。

上記した組織を作るためにはメカニカルアロイング法などの超微細組織を作る方法により得た粉末を焼結することが必要である。かかる方法により得た粉末の表面は非常に活性であるので、焼結を行う際には焼結雰囲気条件の点に注意しなければならない。焼結は、真金上での一次焼結、一次焼結後の真金への圧下、および二次焼結のプロセスで行うことができる。

以下、メカニカルアロイング粉焼結材に例をとって本発明をさらに説明する。

〔作用〕

一定時間振動させたメカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材の摩擦面の観察を行ったところ、アトマイズ粉焼結材の振動試験後の表

面は銅マトリックスの金属光沢を呈しているが、メカニカルアロイング粉焼結材の方は摩擦方向に延びた黒い縞模様様が帯状に何本も観察された。この黒い縞模様様の境界部分を電子顕微鏡観察、鉛のライン分析およびEPMAの観察結果からメカニカルアロイング粉焼結材に現れる黒い縞模様は鉛で、それが摩擦方向に表面を覆っていることが分かった。

ゲルメット合金で鉛が表面にしみ出しにくることとは一般に知られていることであるが、従来のアトマイズ粉焼結材では今回のメカニカルアロイング粉焼結材のように摩擦面全面のかんりの部分を覆うほどにはならなかった。

今回の振動試験は潤滑油として粘度の低い灯油を用いており、速度も0.5 m/sと遅いので実験は境界潤滑領域で行われている。したがって鉛と試験片とが固体接触する部分が存在し、その部分で鉛がしみ出したと考えられる。

メカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材とでは基地での鉛の分布状態が異なるた

め、そのしみ出し方とそれが振動方向へ流動して摩擦面を覆う様相に違った結果を招いている。

メカニカルアロイング粉焼結材とアトマイズ粉焼結材の表面の鉛のしみ出しを観察した結果をそれぞれ第3図(A)～(D)および第4図(A)～(D)に示す。図中、A, B, C, Dはそれぞれ10分後、30分後、60分後、120分後を示す。

メカニカルアロイング粉焼結材の鉛分布の細かいものは振動時間で10分に満たないうちから摩擦面に鉛のしみ出しがあり(第3図(A)参照)、それらが表面を流動しながら近傍の鉛のしみだし流動につながり、次々にそのつながりが成長し摩擦方向に一本の筋となって現れ、そのすじ模様様が集まって次第に摩擦面全面のかんりの部分を覆う縞模様様に成長する(第3図(D)参照)。

これに対し、アトマイズ粉焼結材では振動面の大部分が顕地として露出しており、わずかにPbの筋が観察されるのみである。その振動表面から見たPbの筋の面積率は多くても4.0%前後(3

0% PbとPbを多くした場合)までにしかならない。

一方、本願の如くメカニカルアロイング粉焼結材では、前述の如く振動面のかんりの部分をPbで覆う。本願では、振動面から見たPbの面積率が、振動定常状態で略50%～約100%である。この面積率は配合されるPb量により左右されるが、通常は80～95%となることが多い。

以上の観察結果から、鉛相が密着して存在することが鉛のしみ出し面積を本質的に高め、振動面の鉛全面を鉛で被覆することに重要な役割を果たしていることが分かる。このように鉛相を密着させるためには鉛の添加量、鉛相の寸法および形状を本発明が定義するところにより限定することが必要である。

以下、実施例によりさらに詳しく本発明を説明する。

[実施例]

水アトマイズ法で作った30%鉛を含む銅鉛合金粉末をステンレス製ボールを用いた高エネルギー

型ボールミル(アトライク)にかけ、50時間のメカニカルアロイングを行って微細合金粉を作った。その組成は3.1.6% Pb, 0.91% Sn, Fe<0.055, Ni<0.05%, Sb<0.05%, 残部Cuであった。アトマイズ後の合金粉およびメカニカルアロイング50時間後の合金粉の電子顕微鏡写真とEPMAによる鉛の分布を調べた結果、メカニカルアロイング合金粉では、鉛の分布をほとんど識別できないほどに組織が細かく均一になっていた。

メカニカルアロイング合金粉のX線回折結果は銅相手と鉛相ともに各格子面のピーク位置の変化は認められず銅と鉛とが原子の置換を起こすほどの合金化は起こっていないことを示した。

このようにして得た合金粉を4～5トン/cm²の加圧力で直径13φ厚さ約3mmの円板形状の圧粉体にして、水素ガス還元性雰囲気中700℃、60分間焼結し銅・鉛焼結体を得た。

メカニカルアロイングを行っていないアトマイズ合金粉についても同じ条件で焼結体を作り比較

材とした。

第1図、第2図はメカニカルアロイング合金粉の焼結組織とアトマイズ合金粉の焼結組織の光学顕微鏡写真をそれぞれ示す。メカニカルアロイング粉の焼結組織が非常に細くなっており、アトマイズ粉焼結材はPbの網状組織が見られる。これらの組織の画像解析にかけた結果、鉛相の平均面積と平均粒径がメカニカルアロイング法の焼結材の方がそれぞれおよそ1/3および1/8になっていることがわかった。

(以下余白)

表1：画像解析による鉛相の平均面積と平均粒径、および硬さ

試料	項 目		
	鉛相平均面積 (μm^2)	鉛相平均粒径 (μm)	硬さ (Hv)
アトマイズ粉焼結材	290	13.6	33.0
メカニカルアロイング粉焼結材	37.5	6.0	36.5

硬度的特性としての代表として測定した硬さはメカニカルアロイング粉焼結材の方がアトマイズ粉焼結材より高くなっており、Pb分散相を微細にしたことによる強化が認められる。

また円筒平板試験機を用い、下記条件で摩擦係数および摩擦耗量の測定を行った。

潤滑油：灯油バス

温度：室温

軸：S45C焼入れ材（直径45mm）

軸表面粗さ：R \leq 0.8 μm

荷重：9kg

軸回転数：273rpm

速度：0.5m/sec

時間：126分

アトマイズ粉焼結材とメカニカルアロイング粉焼結材の摩擦耗量を第5図に、30%Pb-Cuに対するPbのしみ出し面積率を第6図にそれぞれ示す。摩擦耗量はアトマイズ粉焼結材よりメカニカルアロイング粉焼結材の方が明らかに少なくかつ定常状態でのしみだし面積率も極めて高くなっている。

したがって、メカニカルアロイング粉焼結材は耐摩擦性に優れており、これは軸と軸受との間で固体接触が起こると接触部で温度が上昇し鉛がしみ出し、摩擦を抑制するためであると考えられる。

【発明の効果】

以上説明したように本発明の焼結材料の材料特性は低摩擦耗量と高負荷能力に特長があり、また軸受使用中には鉛等の軟質金属が軸受の接触面全面を被覆することに特長がある。よって本発明の

摺動材料は高負荷・高出力の内燃機関用軸受材料や境界潤滑領域で使用される軸受材料として好適である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の焼結材料の金属顕微鏡写真、

第2図は従来の焼結材料の金属顕微鏡写真、

第3図(A)～(D)は本発明の摺動材料の摺動後の表面のPb組織を顕察した金属顕微鏡写真、

第4図(A)～(D)は従来の摺動材料の摺動後の表面のPb組織を顕察した金属顕微鏡写真、

第5図はメカニカルアロイング粉焼結材料とアトマイズ粉焼結材の摩擦耗量を示すグラフ、

第6図はメカニカルアロイング粉焼結材料とアトマイズ粉焼結材のPbのしみ出し面積率を示すグラフである。

特許出願人 大豊工業株式会社

代理人 弁理士 村井 卓雄



第 1 図



第 2 図



第 3 図 (A)



第 3 図 (B)



第 3 図 (C)



第 3 図 (D)



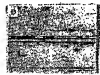
第 4 図 (A)



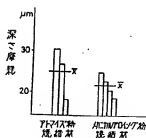
第 4 図 (B)



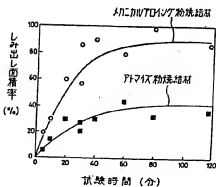
第 4 図 (C)



第 4 図 (D)



第 5 図



第 6 図

手続補正書 (方式)

平成 2 年 9 月 12 日

特許庁長官 横 松 敏 敷

1. 事件の表示

平成 2 年特許第 134183 号

2. 発明の名称

乾燥材料

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 大塚工業株式会社

4. 代理人

住所 〒113 東京都文京区本駒込一丁目 10 番 5 号

マキノビル 電話 947-7552

氏名 弁護士 (7752) 村井 康雄

5. 補正命令の日付

平成 2 年 8 月 25 日 (発達日)

方式

書面



6. 補正の対象

明細書の「図面の詳細な説明」の欄

7. 補正の内容

明細書第18頁、第5行から第11行を以下のように補正す

る。

『第1図は本発明の炭素材料の金属組織を示す顕微鏡写真、

第2図は従来の炭素材料の金属組織を示す顕微鏡写真、

第3図(A)～(D)は本発明の揮動材料の揮動後の表面の

Pbを観察した金属組織を示す顕微鏡写真、

第4図(A)～(D)は本発明の揮動材料の揮動後の表面の

Pbを観察した金属組織を示す顕微鏡写真。』